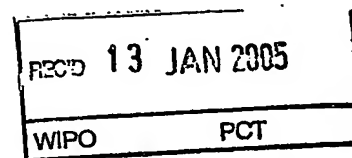


BEST AVAILABLE COPY

PCT/JP2004/016835

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

15.11.2004



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 4 年 1 月 2 8 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 4 - 0 1 9 6 1 6
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 4 - 0 1 9 6 1 6]

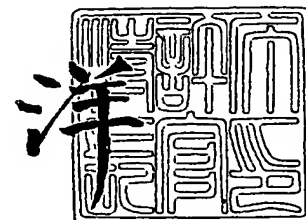
出 願 人 松 下 電 器 産 業 株 式 有 限 公 司
Applicant(s):

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 1 2 月 2 4 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願
【整理番号】 2926450271
【提出日】 平成16年 1月28日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H01G 7/02
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
 【氏名】 山岡 徹
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
 【氏名】 小倉 洋
【特許出願人】
 【識別番号】 000005821
 【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100097445
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 岩橋 文雄
【選任した代理人】
 【識別番号】 100103355
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 坂口 智康
【選任した代理人】
 【識別番号】 100109667
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 内藤 浩樹
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 011305
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 9809938

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

第 1 の空孔が形成された第 1 電極と、
前記第 1 の空孔と接続するエアギャップと、
第 2 電極とを備え、
前記第 1 電極にフレイム膜を備え
前記第 2 電極にシリコン酸化膜からなるエレクトレット膜を備え、
前記エアギャップと前記エレクトレット膜は前記第 1 電極と前記第 2 電極の間に形成され、
前記エレクトレット膜は、前記シリコン酸化膜の上面及び下面及び側面に絶縁膜を有することを特徴とするエレクトレットコンデンサー。

【請求項 2】

前記エレクトレット膜を備えた前記第 2 電極には、前記エアギャップに接続する第 2 の空孔が形成されており、
前記第 2 の空孔の内側表面に露出する前記シリコン酸化膜の表面にはシリコン窒化膜が形成されていることを特徴とする請求項 1 記載のエレクトレットコンデンサー。

【請求項 3】

前記絶縁膜は、耐湿性を有することを特徴とする請求項 1 に記載のエレクトレットコンデンサー。

【請求項 4】

前記絶縁膜は、シリコン窒化膜であることを特徴とする請求項 1 に記載のエレクトレットコンデンサー。

【請求項 5】

前記第 1 電極と第 2 電極が、アルミ、アルミ合金、ポリシリコン、金または高融点金属であることを特徴とする請求項 1 に記載のエレクトレットコンデンサー。

【請求項 6】

シリコン基板に第 1 のシリコン酸化膜、第 1 のシリコン窒化膜、第 2 のシリコン酸化膜、第 2 のシリコン窒化膜を形成して多層膜を形成する工程と、
前記多層膜のリーク孔となる領域の前記第 1 のシリコン窒化膜、第 2 のシリコン酸化膜、第 2 のシリコン窒化膜を選択的に除去する工程と、
前記多層膜上及び前記リーク孔領域の前記第 1 のシリコン酸化膜上に第 3 のシリコン窒化膜を形成する工程と、
前記リーク孔領域内側の前記第 1 のシリコン酸化膜上の前記第 3 のシリコン窒化膜を選択的に除去する工程を含むことを特徴とするエレクトレットコンデンサーの製造方法。

【書類名】明細書

【発明の名称】エレクトレットコンデンサー

【技術分野】

【0001】

本発明は振動電極を有するエレクトレットコンデンサーに関し、特にMEMS (Micro Electro Mechanical Systems) 技術を用いて形成するエレクトレットコンデンサーに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、コンデンサーマイクロホンなどの素子に応用される永久的電気分極を有する誘電体であるエレクトレット素子として、FEP材などの有機系の高分子重合体を使用されていたが、耐熱性に劣る為、基板実装する場合のリフロー用素子としての使用が困難であるという問題があった。

【0003】

近年、エレクトレットの薄膜化、小型化を達成するため、有機系の高分子重合体に代えて、特許文献1に示すような微細加工技術を利用したシリコン酸化膜を用いたエレクトレットが提案されている。

【0004】

具体的には、基材表面にシリコン酸化膜を成膜し、成膜雰囲気から大気開放すること無く水分を含まない酸素を含有するガス雰囲気において、200℃～400℃で熱処理し、その後に帯電処理を行うものである。

【特許文献1】特開2002-33241号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、エレクトレットは液体に触れると電荷が抜ける現象があり、たとえば、エレクトレット化したFEPをエタノールに浸すと、電荷は0にならないものの、大幅に電荷が減少する。本発明者の実験によれば、300Vに着電させたFEP（ステンレス基板上にFEPを12.5μm形成）を、エタノールに浸すと電荷は数Vとなった。この現象は、エタノールだけでなく他の有機溶剤や水でも同様に発生する現象である。また、材料的にもFEP特有のものではなく、シリコン酸化膜を含むエレクトレット材料全般に発生する現象である。

【0006】

本発明は、耐湿性に優れた構造を有するECMを提供することを目的とする。また、永久電荷を持つエレクトレットで構成したECMをMEMS技術により製作することにより、小型でチャージ供給回路が不要なECMを提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0007】

前記従来の課題を解決するために、本発明の第1の実施の形態のエレクトレットコンデンサーは空孔が形成された第1電極と、前記空孔と接続するエアギャップと、第2電極とを備え、前記第1電極にフレイム膜を備え、前記第2電極にシリコン酸化膜からなるエレクトレット膜を備え、前記エアギャップと前記エレクトレット膜は、前記第1電極と前記第2電極の間に形成され、前記エレクトレット膜は、前記シリコン酸化膜の上面及び下面及び側面に絶縁膜を有することを特徴とする。

【0008】

また、本発明の第2及び第3の実施の形態のエレクトレットコンデンサーはシリコン基板に第1のシリコン酸化膜、第1のシリコン窒化膜、第2のシリコン酸化膜、第2のシリコン窒化膜を形成して多層膜を形成する工程と、前記多層膜のリーク孔となる領域の前記第1のシリコン窒化膜、第2のシリコン酸化膜、第2のシリコン窒化膜を選択的に除去する工程と、前記多層膜上及び前記リーク孔領域の前記第1のシリコン酸化膜上に第3のシ

リコン窒化膜を形成する工程と、前記リーク孔領域内側の前記第1のシリコン酸化膜上の前記第3のシリコン窒化膜3を選択的に除去する工程を含むことを特徴とする。

【発明の効果】

【0009】

以上のように、本発明によれば、信頼性の高い小型且つ高性能なマイクの実現が可能となる。さらに、それらを搭載した各種応用装置を広く社会に供給することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

最初に、エレクトレットコンデンサーマイクロフォン（以下、ECM）について説明する。

【0011】

図1にECMの構成図を示す。図1（a）はECMの上面図を、図1（b）はECMの断面図を示している。図1（a）において、プリント基板20上にマイク部17、コンデンサなどの表面実装部品（以下、SMDと呼ぶ）18、電界効果型トランジスタ（以下FETと呼ぶ）19が搭載されている。また、図1（b）において、ECMのケース21を示している。

【0012】

図2は、ECMの回路ブロック図である。ECMの内部回路22は、マイク部17、SMD18、FET19より構成されており、出力端子23及び出力端子24から、外部端子25および外部端子26へ信号を出力する構成となっている。実際の動作としては、端子27より2V程度の入力信号がなされ、端子28に数十mVの交流の信号出力がなされる。端子26と端子29は、ECM内部回路22の中のGND端子である出力端子24に接続される。

【0013】

以下に、本発明のエレクトレットコンデンサーの実施の形態について詳細に説明する。

【0014】

（第1の実施の形態）

本発明の第1の実施の形態のエレクトレットコンデンサー及びECMについて図3～図6を用いて説明する。

【0015】

図3に示すのは、本発明の第1の実施の形態のエレクトレットコンデンサーの断面図である。図4～図6に示すのは、図3に示したA—A、B—B、C—Cにおける平面図である。

【0016】

図3に示すように、領域30を除去してある半導体基板1の上にシリコン酸化膜2を設けている。さらにシリコン窒化膜3、シリコン酸化膜4及びシリコン窒化膜5を、シリコン酸化膜2上及び領域30に設けている。ここで、シリコン窒化膜3、シリコン酸化膜4及びシリコン窒化膜5にはリークホール7が設けられており、このリークホール7の内部に露出したシリコン酸化膜4の側壁は、シリコン窒化膜6で覆われている。つまり、シリコン酸化膜4は、シリコン窒化膜3、シリコン窒化膜5及びシリコン窒化膜6によって完全に覆われている。

【0017】

ここで、図3のA—Aで示した部分の平面図を図4に示した。半導体基板1の除去された領域30の内側には導電膜16が設けられている。また、図3のB—Bで示した部分の平面図を図5に示した。リークホール7は、シリコン酸化膜4に設けられている。リークホール7の内側表面は、シリコン窒化膜6によって覆われている。図5の点線で示した領域30（点線の内側）において、シリコン酸化膜の下方は、半導体基板1が除去されている。図3において、半導体基板1、シリコン窒化膜3及びシリコン酸化膜2の表面には導電膜16が設けられている。領域30（点線の内側）の導電膜16、シリコン窒化膜3、シリコン酸化膜4及びシリコン窒化膜5は、振動膜13となる。また、この領域30のシ

リコン酸化膜 4 は、電荷を蓄えたエレクトレット膜である。ここで、この導電膜 16 と図 2 に示した FET 19 のゲートは、電氣的に接続されている。

【0018】

さらに、シリコン窒化膜 5 の上に、スペーサー 31 を設けることで、フレーム膜 9 と振動膜 13 との間にエアギャップ層 15 を設けている。また、エアギャップ層 15 が無いシリコン窒化膜 5 上には、シリコン酸化膜 8 が設けられている。ここで、C-C で示した部分の平面図を図 6 に示す。フレーム膜 9 で囲まれた部分には、エアギャップ層 15 が設けられている。また、フレーム膜 9 の外側には、シリコン酸化膜 8 が設けられている。ここで、エアギャップ層 15 の形成時に振動膜 13 が上方のフレーム膜 9 に張り付かないように、中心付近にもスペーサー 31 が部分的に形成されている。エアギャップ層 15 の形成時に振動膜 13 とフレーム膜 9 とが張り付かない場合は、中央のスペーサー 31 を形成する必要はない。また、エアギャップ層 15 の上方のフレーム膜 9 には、複数のアコースティックホール 10 が設けられている。

【0019】

フレーム膜 9 の上には導電膜 11 及び保護膜 12 が形成されている。導電膜 11 は保護膜 12 に覆われているが、外部との接続のためのボンディングパッド 14 の部分だけは露出している。このボンディングパッド 14 は、図 2 中の GND 端子 24 に接続されている。

【0020】

なお、フレーム膜 9 及びスペーサー 31 は、HF 系溶液に対して耐エッチング性を持つポリシリコン膜あるいはシリコン窒化膜で形成されている。

【0021】

図 3 において、エレクトレットコンデンサがアコースティックホール 10 を通して、振動膜 13 が上方から音圧を受けたとき、その音圧に応じて機械的に上下に振動する。図 3 においては、導電膜 11 と導電膜 16 を電極とする平行平板型のコンデンサ構造を形成している。振動膜 13 が振動すると電極（導電膜 11 と導電膜 16）間距離の変化によりコンデンサの容量（C）が変化する。コンデンサに蓄えられる電荷（Q）は一定であるため、導電膜 11 と導電膜 16 間の電圧（V）に変化が生じる。この理由は、物理的に、以下の式（1）の条件を満足する必要があるためである。

【0022】

$$Q = C \cdot V \quad \dots (1)$$

導電膜 16 は FET 19 のゲートと電氣的に接続しているので、FET 19 のゲート電位は、振動膜の振動により変化する。FET 19 のゲートの電位変化は外部出力端子 28 に電圧変化として出力されることとなる。

【0023】

ECM におけるコンデンサの容量は、振動膜の振動により変化する容量成分と変化しない容量成分によって決定される。変化しない容量成分が外部環境により変化すると、ECM の性能劣化に大きく関わる。

【0024】

特に本発明で採用しているシリコン酸化膜（エレクトレット膜）4 は、大気中の水分吸着等が顕著な材料であるため、エレクトレット化しているシリコン酸化膜 4 の露出は ECM の経時的信頼性を低下させる。本実施の形態によれば、シリコン酸化膜 4 を完全に耐湿性のあるシリコン窒化膜 3、シリコン窒化膜 5、シリコン窒化膜 6 により覆うことにより、帯電しているシリコン酸化膜 4 の帯電量の減少を防ぎ、ECM の経時的信頼性を向上させることができるものである。また、シリコン酸化膜 4 を HF 系溶液に対して耐エッチング性のあるシリコン窒化膜で完全に覆うことにより、チャージ供給回路が不要で小型高性能な ECM を実現することできる。

【0025】

（第 2 の実施の形態）

本発明の第 2 の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

【0026】

ここでは、第1の実施の形態で説明したエレクトレットコンデンサーの製造方法について説明する。

【0027】

図7、図8は、本発明のECMの工程断面図であり、エレクトレット膜及びエレクトレットの保護膜を形成する工程を示したものである。

【0028】

まず、図7に示すように、半導体基板1上にシリコン酸化膜2a、シリコン窒化膜3a、シリコン酸化膜4a、シリコン窒化膜5aを順次形成する。この際、シリコン酸化膜2aは、炉を用いた熱酸化法または減圧CVD法で形成することにより、半導体基板1の裏面にもシリコン酸化膜2bを形成する。また、シリコン窒化膜3a、シリコン酸化膜4a及びシリコン窒化膜5aは、減圧CVD法で形成することにより、半導体基板1の裏面にもシリコン窒化膜3b、シリコン酸化膜4b及びシリコン窒化膜5bを形成する。シリコン酸化膜4aは、エレクトレット膜となる。そして、フォトマスク32を用いて、フォトリソグラフィとエッチングにより、シリコン窒化膜3a、シリコン酸化膜4a及びシリコン窒化膜5aを選択的に除去し、ECMのエアギャップ内の気圧を調整するためのリークホール領域7を開口する。

【0029】

次に、図8に示すように、減圧CVD法により、シリコン窒化膜5a上及びリークホール領域7のシリコン酸化膜2a上にシリコン窒化膜6aを形成する。この際、シリコン窒化膜3a、シリコン酸化膜4a及びシリコン窒化膜5aの側面はシリコン窒化膜6aで覆われる。そして、フォトマスク33を用いて、フォトリソグラフィとドライエッチにより、リークホール領域7内側のシリコン窒化膜6aを選択的に除去する。

【0030】

このように形成することにより、シリコン窒化膜3a及びシリコン窒化膜5aによりその上面と下面を覆われ、さらにはシリコン窒化膜6aによりその側面を覆われ、電荷を蓄えたシリコン酸化膜（エレクトレット膜）4aを配置することができる。

【0031】

この構成により信頼性の高いECMを形成することができる。

【0032】

（第3の実施の形態）

本発明の第3の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

【0033】

ここでは、第1の実施の形態で説明したエレクトレットコンデンサーの製造方法について説明する。

【0034】

図9、図10は、本発明のECMの工程断面図であり、エレクトレット膜及びエレクトレット膜の保護膜を形成する工程を示したものである。

【0035】

まず、図9に示すように、半導体基板1上にシリコン酸化膜2a、シリコン窒化膜3a、シリコン酸化膜4a、シリコン窒化膜5aを順次形成する。この際、シリコン酸化膜2aは、炉を用いた熱酸化法または減圧CVD法で形成することにより、半導体基板1の裏面にもシリコン酸化膜2bを形成する。また、シリコン窒化膜3a、シリコン酸化膜4a及びシリコン窒化膜5aは、減圧CVD法で形成することにより、半導体基板1の裏面にもシリコン窒化膜3b、シリコン酸化膜4b及びシリコン窒化膜5bを形成する。シリコン酸化膜4aは、エレクトレット膜となる。そして、フォトマスク32を用いて、フォトリソグラフィとエッチングにより、シリコン窒化膜3a、シリコン酸化膜4a及びシリコン窒化膜5aを選択的に除去し、ECMのエアギャップ内の気圧を調整するためのリークホール領域7を開口する。

【0036】

次に、図10に示すように、減圧CVD法により、シリコン窒化膜5a上及びリークホール領域7のシリコン酸化膜2a上にシリコン窒化膜6aを形成する。この際、シリコン窒化膜3a、シリコン酸化膜4a及びシリコン窒化膜5aの側面はシリコン窒化膜6aで覆われる。そして、ドライエッチを用いたエッチバックにより、リークホール領域7内側のシリコン窒化膜6aを選択的に除去する。

【0037】

このように形成することにより、シリコン窒化膜3a及びシリコン窒化膜5aによりその上面と下面を覆われ、さらにはシリコン窒化膜6aによりその側面を覆われ、電荷を蓄えたシリコン酸化膜（エレクトレット膜）4aを配置することができる。

【0038】

この構成により信頼性の高いECMを形成することができる。

【産業上の利用可能性】

【0039】

以上説明したように、本発明のエレクトレットコンデンサーは、耐熱性と耐湿性を持ち、信頼性に優れた高性能で小型のECMの実現に有用である。

【図面の簡単な説明】

【0040】

【図1】 本発明のエレクトレットコンデンサーマイクロフォンの上面図と断面図

【図2】 本発明のエレクトレットコンデンサーマイクロフォンの回路図

【図3】 本発明の第1の実施の形態のエレクトレットコンデンサーの断面図

【図4】 本発明の第1の実施の形態のエレクトレットコンデンサーの平面図

【図5】 本発明の第1の実施の形態のエレクトレットコンデンサーの平面図

【図6】 本発明の第1の実施の形態のエレクトレットコンデンサーの平面図

【図7】 本発明の第2の実施の形態のエレクトレットコンデンサーの工程断面図

【図8】 本発明の第2の実施の形態のエレクトレットコンデンサーの工程断面図

【図9】 本発明の第3の実施の形態のエレクトレットコンデンサーの工程断面図

【図10】 本発明の第3の実施の形態のエレクトレットコンデンサーの工程断面図

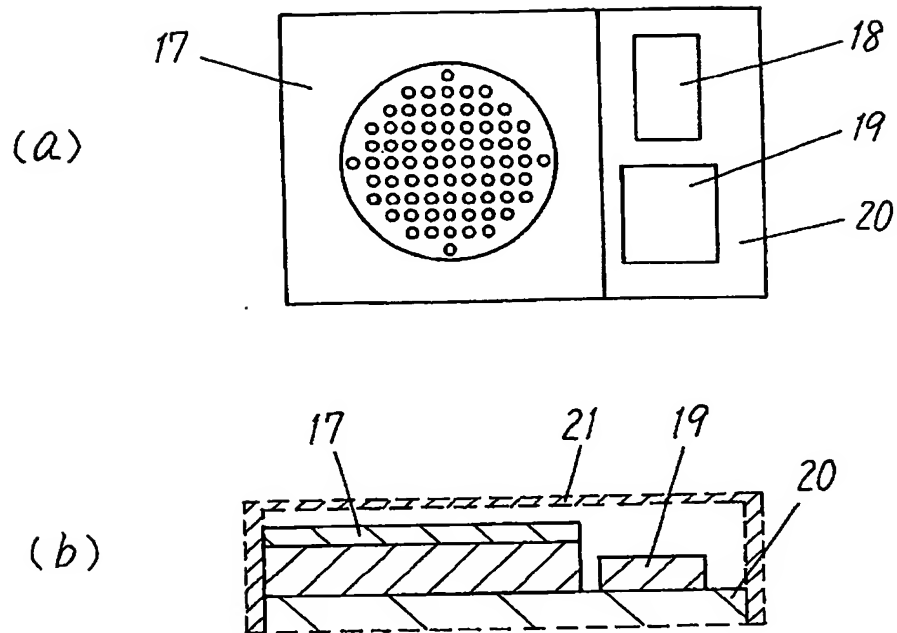
【符号の説明】

【0041】

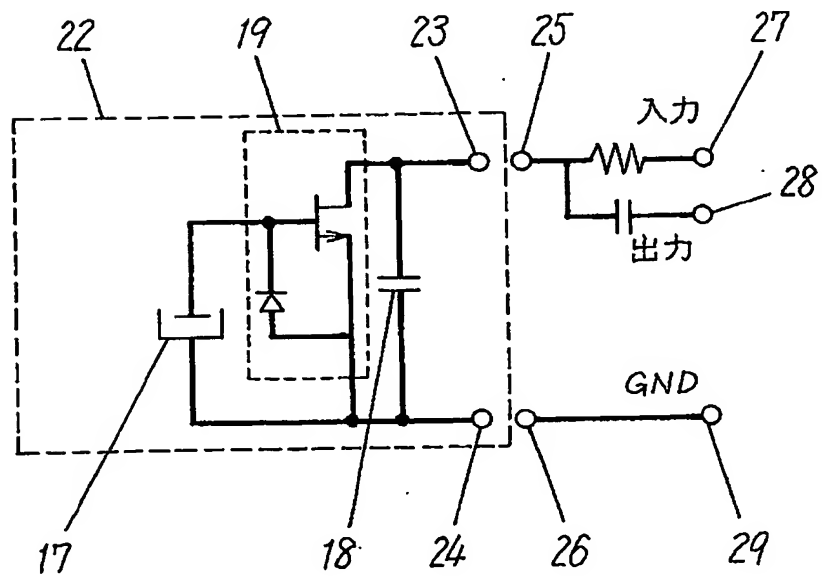
- 1 半導体基板
- 2 シリコン酸化膜
- 2a シリコン酸化膜
- 2b シリコン酸化膜
- 3 シリコン窒化膜
- 3a シリコン窒化膜
- 3b シリコン窒化膜
- 4 シリコン酸化膜
- 4a シリコン酸化膜
- 4b シリコン酸化膜
- 5 シリコン窒化膜
- 5a シリコン窒化膜
- 5b シリコン窒化膜
- 6 シリコン窒化膜
- 6a シリコン窒化膜
- 7 リークホール
- 8 シリコン酸化膜
- 9 フレーム膜
- 10 アコースティックホール
- 11 導電膜
- 12 保護膜

- 13 振動膜
- 14 ボンディングパッド
- 15 エアギャップ層
- 16 導電膜
- 17 マイク部
- 18 表面実装部品
- 19 電界効果型トランジスタ
- 20 プリント基板
- 21 ECMのケース
- 22 ECMの内部回路
- 23 出力端子
- 24 出力端子
- 25 外部端子
- 26 外部端子
- 27 外部信号入力端子
- 28 外部信号出力端子
- 29 外部端子
- 30 領域
- 31 スペーサー

【書類名】 図面
【図 1】

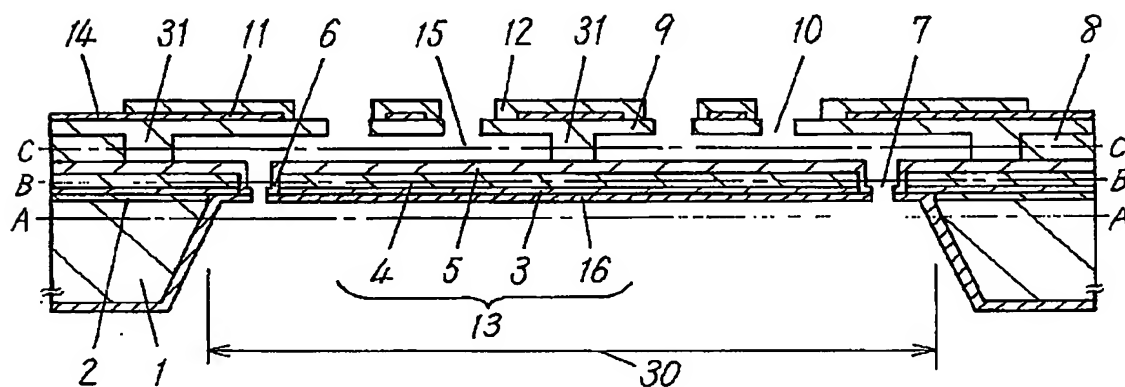


【図 2】

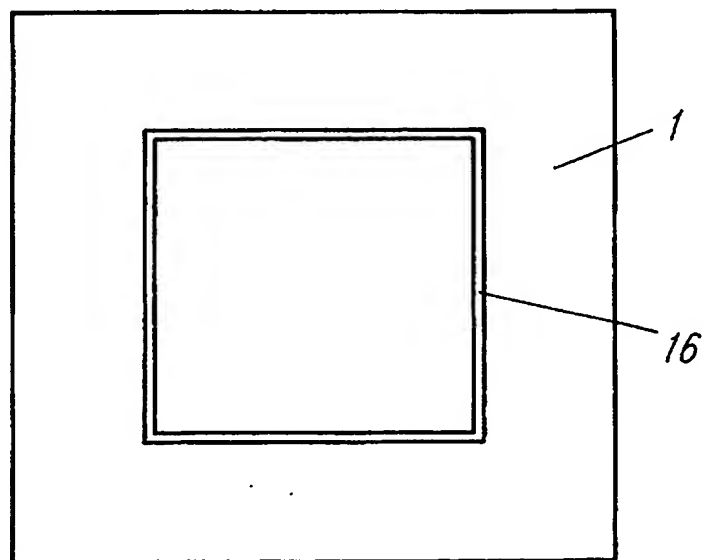


【図3】

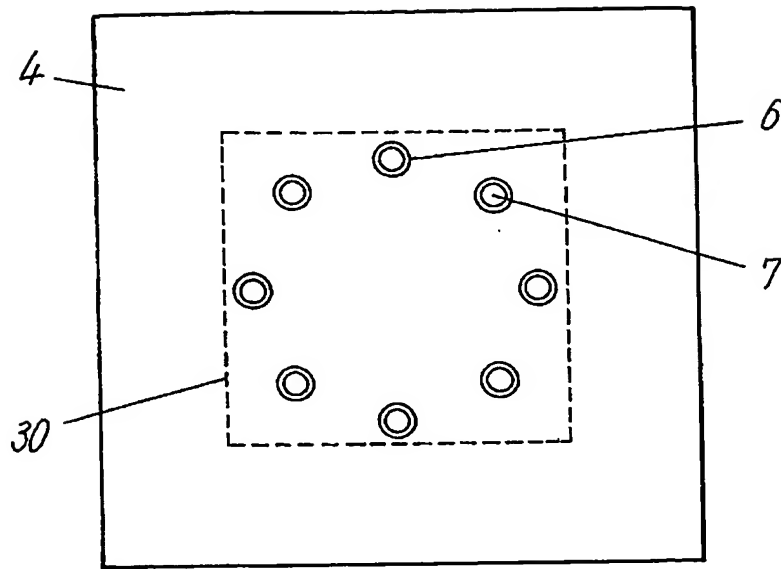
- | | |
|-------------------------|----------------|
| 1 半導体基板 | 10 アコースティックホール |
| 2,8 シリコン酸化膜 | 11,16 導電膜 |
| 3,5,6 シリコン窒化膜 | 12 保護膜 |
| 4 シリコン酸化膜
(エレクトレット膜) | 13 振動膜 |
| 7 リークホール | 14 ボンディングパッド |
| 9 フレーム膜 | 15 エアギャップ層 |
| | 30 領域 |



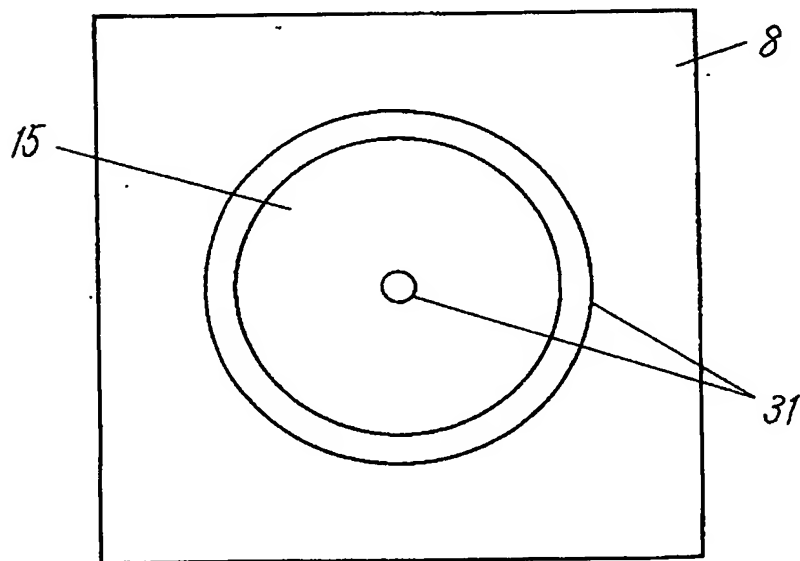
【図4】



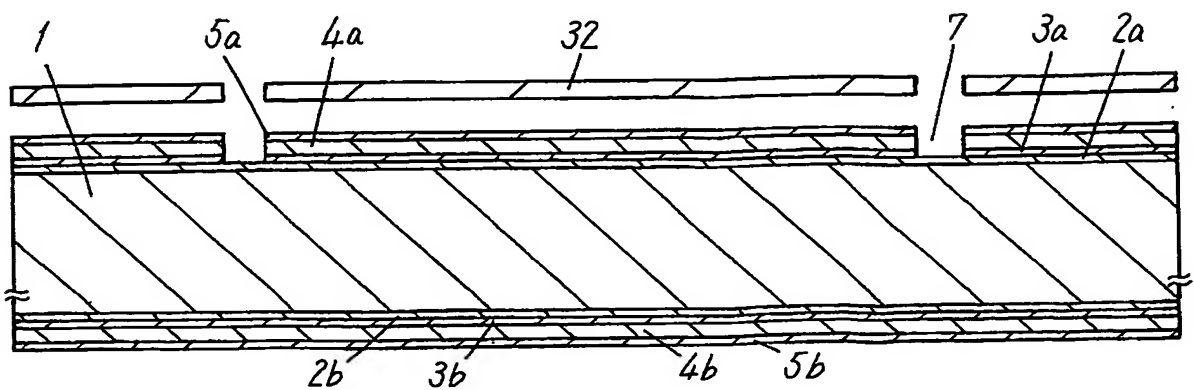
【図 5】



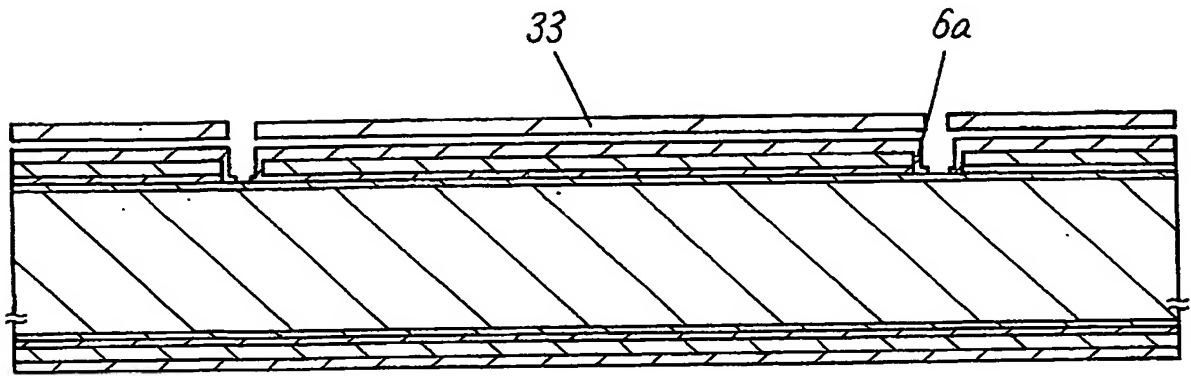
【図 6】



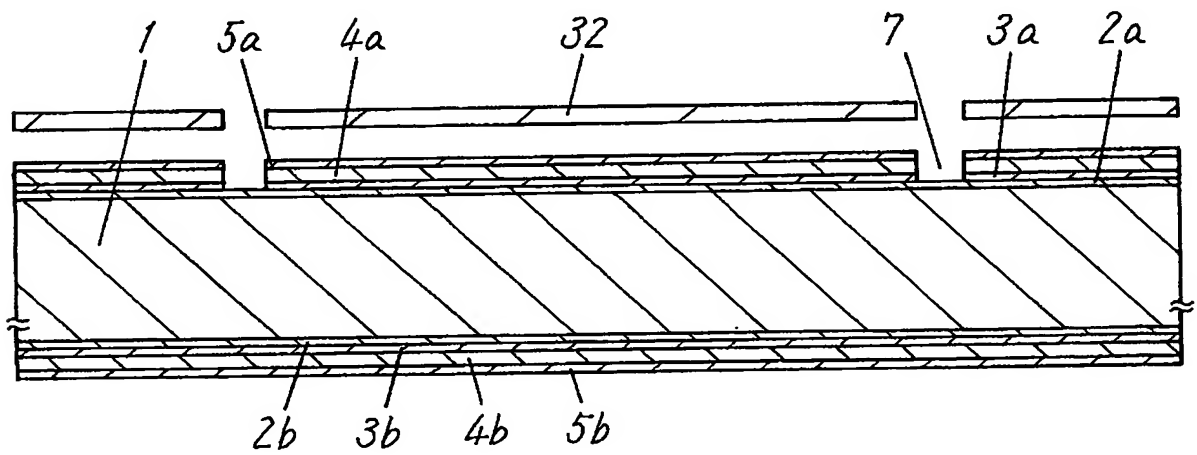
【図 7】



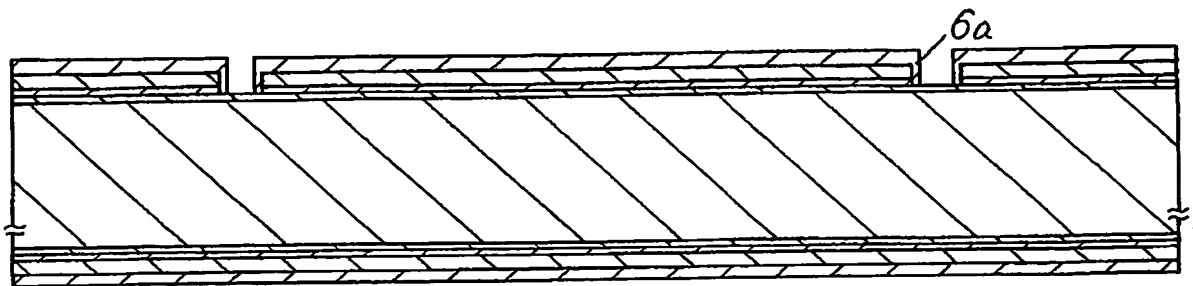
【図 8】



【図 9】



【図 10】



【書類名】要約書**【要約】**

【課題】耐湿性に優れ、小型、高信頼性、高性能なシリコン酸化膜をエレクトレットとするエレクトレットコンデンサーを提供する。

【解決手段】空孔10が形成された第1電極11と、空孔と接続するエアギャップ層15と、第2電極16とを備え、第1電極にシリコン酸化膜4からなるエレクトレット膜が形成され、エアギャップ15とエレクトレット膜は第1電極と第2電極の間に形成される。エレクトレット膜は、前記シリコン酸化膜の上面、下面及び側面に絶縁膜が形成され、前記第2電極は振動膜となることを特徴とするものである。

【選択図】図3

特願 2 0 0 4 - 0 1 9 6 1 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 5 8 2 1]

1. 変更新月日 1 9 9 0 年 8 月 2 8 日

[変更新理由] 新規登録

住 所 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地

氏 名 松下電器産業株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☒ FADED TEXT OR DRAWING

☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☒ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.